

**KEANEKARAGAMAN MAKROBENTOS SEBAGAI INDIKATOR  
BIOLOGI KUALITAS AIR SUNGAI PULO KECAMATAN  
KEDAMAIAN BANDAR LAMPUNG**

**Skripsi**

Diajukan untuk Melengkapi Tugas-tugas dan Memenuhi Syarat-syarat Guna  
Mendapatkan Gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd)  
dalam Ilmu Tarbiyah dan Keguruan

**Oleh:**

**INDAH NURJANAH**  
**NPM : 1511060265**

**Jurusan : Pendidikan Biologi**



**FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN  
LAMPUNG  
1441 H / 2019 M**

**KEANEKARAGAMAN MAKROBENTOS SEBAGAI INDIKATOR  
BIOLOGI KUALITAS AIR SUNGAI PULO KECAMATAN  
KEDAMAIAN BANDAR LAMPUNG**

**Skripsi**

Diajukan untuk Melengkapi Tugas-tugas dan Memenuhi Syarat-syarat Guna  
Mendapatkan Gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd)  
dalam Ilmu Tarbiyah dan Keguruan

**Oleh:**

**INDAH NURJANAH**  
**NPM : 1511060265**

**Jurusan : Pendidikan Biologi**



**Pembimbing I : Nurhaida Widiani, M.Biotech.**

**Pembimbing II : Suci Wulan Pawhestri, M.Si.**

**FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN  
LAMPUNG  
1441 H / 2019 M**

## ABSTRAK

Aktivitas masyarakat secara langsung di Sungai Pulo dapat mempengaruhi kualitas air sungai. Kualitas air dapat ditentukan oleh keanekaragaman bioindikator. Bioindikator yang sering digunakan untuk menentukan kualitas air adalah makrobentos. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kualitas perairan Sungai Pulo yang ditentukan oleh indikator biologi, fisika, dan kimia. Metode sampling penelitian menggunakan metode *Line transect* pada tiga titik lokasi penelitian. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa komposisi makrobentos di Sungai Pulo terdapat 3 kelas yang berbeda yaitu *Gastropoda*, *Oligochaeta*, dan *Hirudinea*. Pada kelas *Gastropoda* ditemukan 12 hewan dari famili *Lymnaeidae* dan 27 hewan dari famili *Physidae*. Pada kelas *Oligochaeta* ditemukan 4 hewan dari famili *Lumbricidae*. dan kelas *Hirudinea* ditemukan 1 hewan dari famili *Hirudinidae*. Indeks keanekaragaman ( $H'$ ) pada ketiga lokasi berkisar 0,73-0,82. Indeks keseragaman ( $E$ ) berkisar antara 0,82-0,92 dan indeks dominansi ( $C$ ) berkisar antara 0,47-0,49. Hasil pengukuran indikator fisika-kimia pada ketiga lokasi yaitu suhu berkisar 26,8°C-27,0°C, kedalaman berkisar 0,18-1,31 m, kecerahan berkisar 0,16-0,19 m, pH berkisar 6,7-7,0, DO berkisar 0,6-0,9 mg/L, BOD berkisar 47,0-115,5 mg/L, COD berkisar 101,4-154,1 mg/L. Berdasarkan hasil keseluruhan untuk indikator fisika dan kimia hasil yang diperoleh berada jauh dari batas baku mutu air menurut PP. No 82 Tahun 2001, sehingga sungai Pulo dikategorikan tercemar berat, sedangkan dari hasil indikator biologi didasarkan hasil rata-rata perhitungan indeks keanekaragaman dan keseragaman menunjukkan bahwa makrobentos di Sungai Pulo tergolong rendah dan indeks dominansi tergolong sedang dimana terdapat jenis hewan yang resisten terhadap pencemaran yang mendominasi dari kelas *Gastropoda* yaitu *Physidae* dan *Lymnaeidae*, sehingga dapat disimpulkan bahwa Sungai Pulo termasuk kategori tercemar berat.

**Kata kunci :** Indikator Biologi, Kualitas air, Sungai Pulo





**KEMENTERIAN AGAMA**  
**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN LAMPUNG**  
**FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN**

*Jl. Let. Kol H. Endro Suratmin Sukarame Bandar Lampung Telp. (0721) 703260*

**PERSETUJUAN**

**Judul Skripsi : Keanekaragaman Makrobentos Sebagai Indikator Biologi  
Kualitas Air Sungai Pulo Kecamatan Kedamaian Bandar  
Lampung**

**Nama : Indah Nurjanah**  
**NPM : 1511060265**  
**Prodi : Pendidikan Biologi**  
**Fakultas : Tarbiyah dan Keguruan**

**MENYETUJUI**

**Untuk dimunaqosyahkan dan dipertahankan dalam sidang munaqasyah  
Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Intan Lampung**

**Pembimbing I**

**Nurhaida Widiani, M.Biotech**  
**NIP.19805192011012007**

**Pembimbing II**

**Suci Wulan Pawhestri, M.Si**  
**NIP. -**

**Mengetahui,  
Ketua Prodi Pendidikan Biologi**

**Dr. Eko Kuswanto, M.Si**  
**NIP. 197505142008011009**





**KEMENTERIAN AGAMA**  
**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN LAMPUNG**  
**FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN**

*Jl. Let. Kol H. Endro Suratmin Sukarame Bandar Lampung Telp. (0721) 703260*

**PENGESAHAN**

Skripsi dengan judul **“Keanekaragaman Makrobentos Sebagai Indikator Biologi Kualitas Air Sungai Pulo Kecamatan Kedamaian Bandar Lampung”** disusun oleh :  
**Indah Nurjanah, NPM : 1511060265, Prodi : Pendidikan Biologi**, telah diujikan dalam sidang Munaqasyah Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung pada Hari/Tanggal : **Senin, 18 November 2019.**

**TIM MUNAQSAH**

**Ketua Sidang : Prof. Dr. Hj. Nirva Diana, M.Pd.** (.....)

**Sekretaris : Mahmud Rudini, S.Pd., M.Si** (.....)

**Penguji Utama : Dr. Rina Budi Satiyarti, S.Si., M.Si** (.....)

**Penguji Pendamping I : Nurhaida Widiani, M.Biotech** (.....)

**Penguji Pendamping II : Suci Wulan Pawhestri, M.Si** (.....)

**Mengetahui,**  
**Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan**

**Prof. Dr. Hj. Nirva Diana, M.Pd.**  
**NIP. 196408281988032002**



## MOTTO

وَأَنْ لَّيْسَ لِلْإِنْسَانِ إِلَّا مَا سَعَى ﴿٣٩﴾ وَأَنَّ سَعْيَهُ سَوْفَ يُرَى ﴿٤٠﴾

“ Dan bahwasanya seorang manusia tiada memperoleh selain apa yang telah diusahakannya, dan bahwasanya usahanya itu kelak akan diperlihatkan (kepadanya)”. (QS. An-Najm : 39 - 40).



## PERSEMBAHAN

*Alhamdulillahirobbil'alamin*, puji dan syukur kehadiran ALLAH SWT yang senantiasa memberikan kekuatan, kesabaran dan kemudahan kepada penulis untuk dapat menyelesaikan tugas akhir pada perkuliahan ini. Ku persembahkan skripsi ini sebagai bukti cinta dan kasih kepada:

1. Kedua orang tuaku tercinta, Ayahanda Pujiyanto dan Ibunda Sukarmi yang sangat kebanggakan dengan segenap kemampuan yang senantiasa memberikan do'a, cinta dan kasih sayang sepenuh hati, dukungan baik moril maupun materil, motivasi, arahan serta bimbingan demi kelancaran dan keberhasilanku.
2. Kakakku tersayang Fefri Yanto dan keluarga besar, terimakasih selalu memberikan cinta, kasih sayang serta semangat dan dukungan untuk terus berusaha demi mencapai cita-citaku.
3. Almamater tercinta Universitas Islam Negeri (UIN) Raden Intan Lampung.

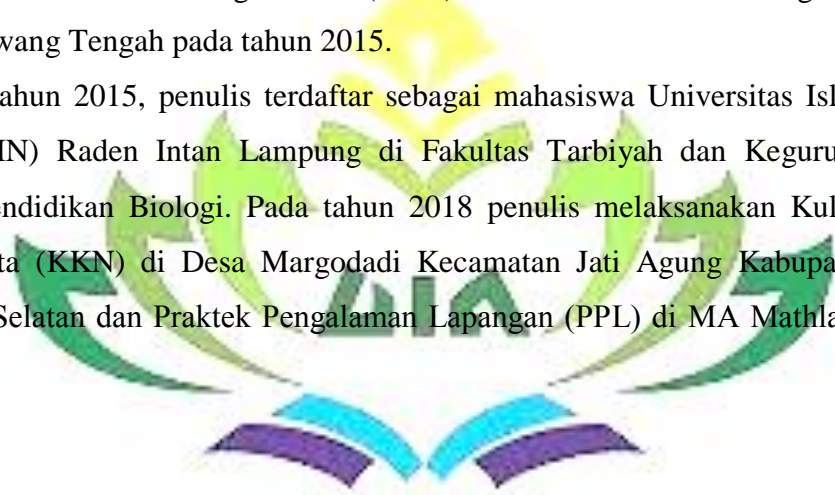


## RIWAYAT HIDUP

**Indah Nurjanah**, lahir di desa Mulya Kencana Kecamatan Tulang Bawang Tengah Kabupaten Tulang Bawang Provinsi Lampung pada tanggal 06 Desember 1997, anak ke dua dari dua bersaudara, pasangan dari Bapak Pujiyanto dan Ibu Sukarmi.

Pendidikan formal yang pernah ditempuh oleh penulis adalah pendidikan Sekolah Dasar (SD) diselesaikan di SD Negeri 6 Mulya Kencana, Kecamatan Tulang Bawang Tengah diselesaikan pada tahun 2009. Sekolah Menengah Pertama (SMP) diselesaikan di SMP Negeri 3 Tulang Bawang Tengah pada tahun 2012. Sekolah Menengah Atas (SMA) diselesaikan di SMA Negeri 2 Tulang Bawang Tengah pada tahun 2015.

Pada tahun 2015, penulis terdaftar sebagai mahasiswa Universitas Islam Negeri (UIN) Raden Intan Lampung di Fakultas Tarbiyah dan Keguruan, Jurusan Pendidikan Biologi. Pada tahun 2018 penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Margodadi Kecamatan Jati Agung Kabupaten Lampung Selatan dan Praktek Pengalaman Lapangan (PPL) di MA Mathla'ul Anwar.





## KATA PENGANTAR

*Assalammu'allaikum, Wr. Wb.*

Puji syukur kehadiran Allah SWT, karena berkat rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini yang berjudul **“Keanekaragaman Makrobentos Sebagai Indikator Biologi Kualitas Air Sungai Pulo Kecamatan Kedamaian Bandar Lampung”**. Skripsi ini adalah salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd) pada Fakultas Tarbiyyah dan Keguruan UIN Raen Intan Lampung. Shalawat serta salam dihaturkan kepada Rasulullah SAW yang akan selalu menjadi tauladan terbaik bagi kehidupan Manusia.

Penyusunan skripsi ini bertujuan untuk memenuhi salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Pendidikan di Jurusan Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri (UIN) Raden Intan Lampung. Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini bukanlah tujuan akhir dari belajar, karena belajar adalah sesuatu yang tidak terbatas. Dalam penyelesaian skripsi ini penulis banyak menerima bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, tanpa mengurangi rasa hormat, penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Prof. Dr. H. Moh. Mukri, M.Ag., selaku Rektor Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung.
2. Ibu Prof. Dr. Hj. Nirva Diana, M.Pd selaku Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Intan Lampung beserta staffnya, yang telah memberikan kesempatan dan kemudahan dalam mengikuti pendidikan hingga selesainya penulisan skripsi.
3. Bapak Dr. Eko Kuswanto, M.Si selaku Ketua Jurusan dan Bapak Fredi Ganda Putra, M.Pd selaku Sekretaris Jurusan Pendidikan Biologi.
4. Ibu Nurhaida Widiani, M.Biotech selaku pembimbing I dan Ibu Suci Wulan Pawhestri, M.Si selaku pembimbing II yang telah banyak memberikan

bimbingan, arahan, pemikiran, saran, nasehat, motivasi, serta kesabaran dengan sangat arif dan bijaksana sehingga terselesaikannya penulisan skripsi ini.

5. Dosen Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Intan Lampung yang telah mendidik dan memberikan ilmu pengetahuan kepada penulis selama menuntut ilmu di Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Intan Lampung.
6. Sahabat segala situasiku, Intan Agustin, S.Pd, Khusnatun Nisa, S.Pd Lailatul Arraafi, S.Pd Maya Indriyani, S.Pd dan Nungki Dwi Anggraeni, S.Pd dan Anggota Kelas E Pendidikan Biologi 2015 yang selalu memberikan bantuan, motivasi dan memberikan semangat selama perjalanan penulis menjadi mahasiswa UIN Raden Intan Lampung.
7. Sahabat-sahabatku seperjuangan Yuyun Wahyuni, S.E, Dian Lutfita Aini, S.Pd, Lia Fitriani, S.Pd, Fitriyani, S.Pd, yang telah membantuku, menemani dan saling memberi semangat.
8. Adik-adikku tersayang Ratih Henisa, Zaenur Rofiah, Syifaurrehma, Lilis Kartika Wati, Ayu Septiani yang selalu memberikan bantuan dan keceriaan saat kejenuhan menghampiri.
9. Teman-teman KKN desa Margodadi dan PPL MA Math'laul Anwar yang telah memberikan dukungan dan semangat kepada penulis.
10. Tim sungai Lestari Ramadini, S.Pd Hera wulandari, S.Pd, dan Sella Melinda, S.Pd yang telah membantuku, memberikan masukan dan arahan pada skripsi.



11. Kepada semua pihak yang telah membantu penyusunan skripsi ini baik langsung maupun tidak langsung.

Semoga semua yang telah diberikan kepada penulis akan memperoleh pahala yang berlipat ganda dari ALLAH SWT. Semoga Allah memberikan manfaat serta keberkahan pada skripsi ini, Amin ya robbal'alam.

Bandar Lampung, November 2019  
Penulis,

**Indah Nurjanah**  
1511060265



## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN.....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN .....</b>	<b>iv</b>
<b>MOTTO .....</b>	<b>v</b>
<b>PERSEMBAHAN.....</b>	<b>vi</b>
<b>RIWAYAT HIDUP .....</b>	<b>vii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Identifikasi Masalah .....	7
C. Pembatasan Masalah .....	7
D. Rumusan Masalah .....	8
E. Tujuan Penelitian.....	8
F. Manfaat Penelitian.....	8
<b>BAB II LANDASAN TEORI</b>	
A. Sungai.....	10
B. Kualitas Air .....	12
C. Pencemaran Air Sungai .....	13
D. Indikator Biologi .....	16



E. Indikator Kualitas Air.....	27
F. Profil Sungai Pulo .....	31
G. Kerangka Pikir.....	32

### **BAB III METODE PENELITIAN**

A. Tempat dan Waktu Penelitian .....	35
B. Jenis Penelitian.....	35
C. Alat dan Bahan .....	36
D. Prosedur Kerja.....	36
E. Analisis Data .....	41
F. Alur Penelitian.....	45

### **BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

A. Hasil Penelitian .....	46
B. Pembahasan.....	50

### **BAB V KESIMPULAN**

A. Kesimpulan.....	71
B. Saran.....	71

### **DAFTAR PUSTAKA .....**

### **LAMPIRAN.....**



## DAFTAR TABEL

### Tabel

### Hal aman

2.1	Makrobentos sebagai indikator untuk menilai kualitas air .....	21
3.1	Standar Baku Mutu Air Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 .....	41
3.2	Indeks Keanekaragaman jenis Shannon-Wiener .....	42
3.3	Indeks Keseragaman Shannon-Wiener .....	43
3.4	Kriteria Indeks Dominansi Simpson .....	44
4.1	Jumlah Individu Makrobentos .....	46
4.2	Indeks Keanekaragaman, Keseragaman, dan Indeks Dominansi sungai Pulo .....	48
4.3	Hasil Pengukuran Indikator Fisika .....	49
4.4	Hasil Pengukuran Indikator Kimia .....	50



## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Gastropoda .....	22
2.2 Bivalvia .....	23
2.3 Oligochaeta .....	24
3.1 Aliran Sungai Pulo menggunakan Google Maps tahun 2019 .....	35
3.2 Stasiun 1 .....	36
3.3 Stasiun 2 .....	37
3.4 Stasiun 3 .....	37
4.1 <i>Lymnaeidae</i> .....	52
4.2 <i>Physidae</i> .....	53
4.3 <i>Lumbricidae</i> .....	54
4.4 <i>Hirudinidae</i> .....	55



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Data hasil makrobentos di sungai Pulo Kecamatan Kedamaian Bandar Lampung dilihat dari mikroskop .....	77
2. Foto Alat dan Bahan Penelitian .....	78
3. Proses Penelitian .....	82
4. Perhitungan .....	86
5. Hasil Uji Kualitas Air di UPTD Laboratorium Kesehatan Provinsi Lampung .....	90
6. Surat Permohonan Mengadakaan Penelitian di Laboratorium Biologi Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung .....	95
7. Surat Izin Pemakaian Peralatan Laboratorium Biologi Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung .....	96



## BAB I

### PENDAHULUAN

#### A. Latar Belakang Masalah

Sumber daya alam yang dibutuhkan untuk menunjang kehidupan semua makhluk hidup yaitu air. Keberadaan air tidak hanya cukup dengan syarat jumlah air yang banyak tetapi air juga harus memiliki kualitas yang baik<sup>1</sup>. Salah satu ekosistem air tawar yang sering digunakan manusia untuk memenuhi kebutuhan hidup yaitu sungai. Sungai merupakan perairan terbuka yang mengalir dan berperan sebagai daerah penampung air, sehingga karakteristik yang dimiliki lingkungan sekitar sungai sangat berpengaruh terhadap kondisi sungai.

Adanya pemanfaatan sungai untuk aktivitas manusia dan banyaknya lokasi pemukiman penduduk yang berada di sekitar bantaran sungai merupakan suatu permasalahan yang dapat mempengaruhi kondisi sungai. Semakin padat penduduk di bantaran sungai akan semakin tinggi dampak negatif yang ditimbulkan dari aktivitas manusia, seperti aktivitas membuang sampah ke aliran sungai, pembuangan limbah air mandi dan mencuci memakai sabun dan detergen yang didalamnya terkandung bahan kimia berbahaya akan berdampak negatif terhadap kualitas air jika bahan kimia tersebut secara terus-menerus dibuang langsung ke sungai, maka

---

<sup>1</sup> Purwadi Suhandini, 'Perilaku Masyarakat Terhadap Penggunaan Dan Pelestarian Air Di Lingkungannya', *Forum Ilmu Sosial*, 35.1 (2008), 39.



kualitas air menjadi buruk dan tidak dapat berfungsi lagi sesuai yang diperuntukannya.

Allah SWT berfirman dalam Al-Qur'an surat Al-A'raf (7:56)<sup>2</sup>:

وَلَا تُفْسِدُوا فِي الْأَرْضِ بَعْدَ إِصْلَاحِهَا...

Artinya : Dan janganlah kamu membuat kerusakan di muka bumi, sesudah (Allah) memperbaikinya.

Ayat diatas menjelaskan bahwa Allah SWT melarang manusia-manusia dimuka bumi ini untuk berbuat kerusakan di bumi karena Allah telah menciptakan bumi sebagai tempat hidup yang cukup baik mempunyai gunung, lembah, sungai, lautan, daratan dan lainnya, dan apabila segala sesuatunya berjalan sesuai kelestariannya kemudian terjadi pengrusakan maka hal tersebut akan membahayakan.

Pada dasarnya hubungan antara manusia dengan alam (bumi) atau makhluk lainnya mempunyai dua prinsip dasar yang pertama yaitu manusia memiliki kewajiban menggali dan mengelola alam dengan segala kekayaannya kemudian yang kedua manusia sebagai pengelola alam tidak diperkenankan merusak lingkungan, karena pada akhirnya hal itu akan merusak kehidupan manusia itu sendiri.<sup>3</sup> Sebagaimana Allah SWT berfirman dalam Q.S Ar Rum ayat 41:

---

<sup>2</sup> Departemen Agama RI, *Al-Qur'an Dan Terjemahan* (Bandung: JABAL, 2014), 157.

<sup>3</sup> Chairul Anwar, *Hakikat Manusia Dalam Pendidikan: Sebuah Tinjauan Filosofis* (Yogyakarta: Suka-Press, 2014), h. 73.

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ  
الَّذِي عَمِلُوا لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ ﴿١٠١﴾

Artinya : Telah nampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan Karena perbuatan tangan manusia, Allah menghendaki agar mereka merasakan sebagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar).

Ayat diatas menjelaskan bahwa kerusakan yang ada di bumi ini disebabkan oleh manusia. Sebagai khalifah di bumi, manusia memiliki tugas untuk menjaga, mengelola, memanfaatkan serta melestarikan bumi. Namun seringkali manusia lalai dengan tugasnya sebagai khalifah. Allah SWT memberikan alam dan seisinya untuk dipergunakan manusia sebagai kebutuhan hidupnya, tetapi dengan sifat keserakahan dan perlakuan buruk terhadap alam justru mengakibatkan kerusakan dan akan menimbulkan kesengsaraan sendiri bagi manusia yang merusaknya.

Manusia seharusnya menyayangi alam yang merupakan tempat ia tinggal dan tempat mendapatkan segala kebutuhan hidupnya. Dimana dalam memanfaatkan sumberdaya yang tersedia di alam seharusnya diimbangi dengan usaha untuk pelestariannya karena jika alam hanya dimanfaatkan secara maksimal tanpa ada usaha pelestarian maka sumberdaya alam akan menjadi rusak<sup>4</sup>. Contohnya seperti perbuatan manusia yang memanfaatkan sungai sebagai tempat membuang sampah atau limbah sehingga menyebabkan rusaknya ekosistem sungai yang dapat

---

<sup>4</sup> Chairul Anwar, *Ibid*, h. 39.

berdampak negatif bagi manusia serta membahayakan kehidupan biota yang ada di sungai.

Pencemaran air adalah keadaan air yang kualitasnya mulai mengalami penurunan sampai ketinggian tertentu yang disebabkan oleh masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi atau komponen lainnya didalam air oleh kegiatan manusia sehingga air tidak dapat digunakan sesuai dengan yang diperuntukannya<sup>5</sup>. Secara fisik air tercemar dapat diketahui apabila air terlihat keruh dan memiliki aroma yang menyengat hidung. Tercemarnya perairan dapat berpengaruh terhadap kesehatan masyarakat yang memanfaatkan air yang tercemar tersebut, serta kehidupan biota di perairan akan terganggu karena sungai yang dijadikan tempat tinggal oleh biota air telah mengalami perubahan kualitas air<sup>6</sup>. Tercemar atau tidaknya suatu perairan bisa diketahui dari hewan yang menempati perairan tersebut. Hewan air yang mampu merespon besar-kecilnya bahan pencemar yang berada di perairan dapat digunakan sebagai indikator biologi dalam penentuan kualitas air<sup>7</sup>.

Salah satu hewan air yang sangat sensitif dengan perubahan kualitas perairan adalah makrobentos. Makrobentos merupakan hewan air yang hidupnya dibagian dasar perairan dan merupakan hewan yang sangat penting bagi ekosistem perairan karena berperan sebagai organisme kunci dalam jaringan makanan, memperbaiki struktur sedimen melalui aktivitas

---

<sup>5</sup> Arie Herlambang, 'Pencemaran Air Dan Strategi Penggulangannya', *JAI*, 2.1 (2006), 20.

<sup>6</sup> *Ibid*, h. 17.

<sup>7</sup> Melati Fernita Fachrul, *Metode Sampling Bioekologi* (Jakarta: Bumi Aksara, 2007), 87.



menggali lubang, mengebor, bioturbasi, ekskresi dan lainnya<sup>8</sup>. Sebagai organisme yang hidup di dasar perairan kelimpahan dan keragaman makrobentos sangat tergantung pada tingkat toleransi dan sensitifitas terhadap keadaan perairan. Setiap spesies makrobentos memiliki tingkat sensitifitas yang berbeda-beda terhadap perubahan lingkungan.

Sebagai hewan dengan habitat di dasar perairan makrobentos hidupnya relatif menetap (*Sesile*) dan termasuk hewan akuatik yang mempunyai diversitas tinggi sehingga makrobentos merupakan hewan yang sesuai untuk petunjuk bagi penilaian kualitas air yang tercemar. Tercemarnya suatu perairan dapat diketahui dari tingkat persebaran makrobentosnya yang relatif merata dari semua spesies tanpa adanya yang mendominasi, sedangkan untuk mengetahui perairan yang sudah tercemar dapat ditandai dengan adanya penyebaran spesies makrobentos yang tidak merata dan cenderung ada spesies yang mendominasi. Pengukuran tingkat pencemaran air selain menggunakan indikator biologi dengan hewan makrobentos, dapat juga menggunakan indikator fisika dan kimia seperti suhu, kecerahan air, kedalaman, ada tidaknya perubahan warna dan bau, perubahan pH, oksigen terlarut dan senyawa kimia lainnya<sup>9</sup>.

Penelitian mengenai keanekaragaman makrobentos sebagai bioindikator kualitas air sungai sudah dilakukan oleh beberapa peneliti sebelumnya. Seorang peneliti bernama Suci Iswanti, dengan penelitiannya

---

<sup>8</sup> Sapto Purnomo Putro, *Metode Sampling Penelitian Makrobentos Dan Aplikasinya* (Yogyakarta: Graha Ilmu, 2014), 42.

<sup>9</sup> Suci Iswanti and others, 'Distribusi Dan Keanekaragaman Jenis Makrozoobentos Di Sungai Damar Desa Weleri Kabupaten Kendal', *Unnes Journal of Life Science*, 1.2 (2012), 87.

tentang “Distribusi dan Keanekaragaman Jenis Makrozoobentos di Sungai Damar Desa Weleri Kabupaten Kendal” adapun dari hasil pengamatan menunjukkan bahwa makrozoobentos yang ditemukan di sepanjang Sungai Damar yaitu *Littorina carinifera*, *Pilla ampullacea*, *Melanoides tuberculata*, *Melanoides torulosa*, dan *Melanoides granifera*. Nilai keanekaragaman jenis makrozoobentos diseluruh stasiun pengamatan tergolong sedang (2,77) sehingga menunjukkan kualitas air sungai Damar tergolong tercemar sedang<sup>10</sup>.

Peneliti selanjutnya dilakukan oleh Achmad Gazali tentang, “keanekaragaman Makrobentos sebagai bioindikator kualitas air perairan Ranu” adapun hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa keanekaragaman makrobentos di Sungai Masang <1 kondisi ini dikarenakan perairan Ranu pani telah mengalami tekanan ekologi seperti banyak dijumpai sampah domestik maupun sampah pertanian di perairan sehingga menyebabkan kondisi lingkungan labil yang berakibat beberapa jenis makrobentos tidak toleran<sup>11</sup>.

Sungai Pulo terletak di kecamatan kedamaian dengan lebar sungai berkisar antara 4-5 meter, sungai Pulo merupakan sungai yang masih satu aliran dengan sungai way kedamaian. Sungai Pulo ini sudah mengalami alih fungsi yaitu sebagai tempat pembuangan sampah dan limbah domestik, hal ini dikarenakan kurangnya kesadaran warga yang bermukim

---

<sup>10</sup> *Ibid*, h. 86.

<sup>11</sup> Achmad Gazali, Dwi Suheriyanto, and Romaidi, ‘Keanekaragaman Makrozoobentos Sebagai Bioindikator Kualitas Perairan Ranu Pani-Ranu Regulo Di Taman Nasional Bromo Tengger Semeru’, (2017), 88.

di bantaran sungai untuk menjaga kondisi aliran sungai dan memanfaatkannya dengan bijak. Adanya aktivitas warga di sekitar perairan sungai Pulo yang membuang limbah domestik ke aliran sungai membuat sungai terlihat kotor, berbau dan penuh sampah. Berdasarkan kondisi sungai tersebut dan belum adanya data yang pasti mengenai jenis makrobentos di Sungai Pulo, maka dianggap penting bagi peneliti untuk melakukan penelitian mengenai “Keanekaragaman Makrobentos Sebagai Indikator Biologi Kualitas Air Sungai Pulo Kecamatan Kedamaian Bandar Lampung”.

#### **B. Identifikasi Masalah**

Berdasarkan latar belakang masalah, dapat diidentifikasi beberapa masalah dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Adanya aktivitas masyarakat yang membuang sampah dan limbah domestik ke aliran sungai Pulo.
2. Belum teridentifikasi keanekaragaman makrobentos di daerah aliran sungai Pulo.
3. Belum adanya upaya penelitian tentang kualitas air di sungai Pulo.

#### **C. Batasan Masalah**

Untuk mendapatkan hasil penelitian yang lebih terarah, maka peneliti perlu membatasi masalahnya yaitu:

1. Penelitian ini akan dilakukan di daerah aliran sungai Pulo Kecamatan Kedamaian Bandar Lampung.



2. Penelitian ini akan mengidentifikasi keanekaragaman jenis makrobentos yang dibatasi sampai pada tingkat famili.
3. Faktor fisika dan kimia yang akan diamati yaitu suhu, kecerahan, pH, BOD, COD, dan DO

#### **D. Rumusan Masalah**

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, permasalahan yang dapat dirumuskan adalah sebagai berikut:

1. Bagaimanakah keanekaragaman makrobentos yang terdapat pada ekosistem perairan sungai Pulo Kecamatan Kedamain?
2. Bagaimanakah tingkat Pencemaran air di Sungai Pulo berdasarkan penilaian kualitas air menggunakan parameter biologi, fisika dan kimia?

#### **E. Tujuan Penelitian**

Adapun Tujuan dilaksanakannya penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui keanekaragaman jenis makrobentos di sungai Pulo Kecamatan Kedamaian Bandar Lampung.
2. Untuk mengetahui tingkat pencemaran air sungai Pulo menggunakan indikator biologi, fisika dan kimia.

#### **F. Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat penelitian yang diharapkan adalah sebagai berikut:

1. Bagi peneliti dapat meningkatkan pengetahuan dan pemahaman tentang hewan makrobentos sebagai indikator biologi kualitas air sungai Pulo.

2. Bagi Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung dapat dijadikan sebagai bahan Informasi untuk menambah kepustakaan tentang keanekaragaman makrobentos sebagai indikator biologi kualitas air sungai Pulo.
3. Bagi Masyarakat dapat memberikan informasi ilmiah tentang tingkat pencemaran yang terjadi di sungai Pulo.



## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### A. Sungai

Sungai merupakan tempat terbuka yang berfungsi sebagai penampungan air yang mengalir dari daerah sekitarnya. Selain menjadi tempat penampung air, dari segi ekosistem sungai mempunyai beberapa komponen yaitu biotik dan abiotik. Komponen biotik terdiri dari berbagai organisme mulai dari plankton, bentos, makrofita akuatik, perifiton, dan nefton, sedangkan komponen abiotik terdiri dari berbagai benda tak hidup yang mempunyai kedudukan penting dalam kelangsungan hidup organisme air.<sup>12</sup>

Air sungai memiliki arus searah yang relatif deras, dengan kederasan air 0,1-1,0 m/s, kederasan air sungai ini dapat dipengaruhi oleh keadaan iklim dan waktu. Secara umum, sungai memiliki beberapa jenis sedimen penyusun dasar sungai yang dapat mempengaruhi karakteristik kimia air sungai, porositas dasar sungai dan pergerakan air sungai. Sedimen dasar sungai dapat diklasifikasikan menjadi: kerikil, batu kali, pasir, lumpur, tanah liat, pebel, kobel, dan bulder.<sup>13</sup>

---

<sup>12</sup> Rukaesih Ahmad, *Kimia Lingkungan* (Jakarta: CV. Andi, 2004).

<sup>13</sup> Hefni Effendi, *Telaah Kualitas Air Bagi Pengolahan Sumber Daya Dan Lingkungan Perairan* (Yogyakarta: Kanisius, 2003), 42.



Sungai merupakan bagian permukaan bumi yang letaknya lebih rendah dari tanah. Adapun bagian-bagian sungai sebagai berikut:<sup>14</sup>

1. Bagian Hulu

Pada bagian ini sungai mempunyai kondisi aliran air yang cukup deras dengan dasar sungai membentuk huruf V karena disebabkan erosi yang dengan cepat dapat mengikis sedimen sungai.

2. Bagian Tengah

Pada bagian tengah sungai memiliki arus yang sedang dan sungai berbentuk U dan memiliki daya erosi yang bervariasi.

3. Bagian Hilir

Pada bagian hilir dasar sungai yang yang dimiliki cukup landai sehingga arusnya lambat. Sungai bagian hilir berbelok-belok dengan endapan yang berasal dari pasir, lumpur, endapan organik dan lainnya.

Sungai yang merupakan perairan mengalir tidak saja penting bagi kelangsungan hidup hewan akuatik tetapi juga penting bagi manusia. Tidak sedikit manusia yang menggunakan sungai untuk menunjang keberlangsungan hidupnya untuk dimanfaatkan sebagai sumber air minum, mandi, mencuci, kebutuhan pertanian, perikanan, transportasi, dan industri, namun tidak jarang dengan semakin banyaknya beban pengguna sungai maka kualitas air sungai akan semakin menurun dan dapat mengakibatkan terganggunya kehidupan biota air<sup>15</sup>.

---

<sup>14</sup> Soewarno, *Hidrometri Dan Aplikasi Teknosoba Pengolahan Sumber Daya Air* (Yogyakarta: Graha Ilmu, 2013), 15.

<sup>15</sup> Pemerintah Kota Bandar Lampung, Provinsi Lampung, 'Status Lingkungan Hidup Daerah', 2001.

## B. Kualitas Air

Sumber daya alam yang sangat penting untuk memenuhi kebutuhan hidup manusia dan makhluk hidup lainnya adalah air. Sebagai sumberdaya alam yang sangat dibutuhkan dalam kehidupan, air harus digunakan secara bijaksana sehingga kuantitas maupun kualitasnya tetap terjaga. Kualitas air merupakan ukuran sifat air, energi, zat, kandungan makhluk hidup serta komponen air yang berada di dalam air. Untuk melihat seberapa tinggi kualitas air di perairan dapat menggunakan beberapa indikator, seperti indikator biologi (bakteri, plankton, bentos dan sebagainya), indikator fisika (padatan terlarut, kekeruhan, suhu dan sebagainya), indikator kimia (COD, BOD, DO, pH, kadar logam, dan lain sebagainya)<sup>16</sup>.

Kualitas air yang menurun dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya yaitu<sup>17</sup>:

- a. Pertumbuhan industri, rumah sakit, pariwisata yang membawa dampak signifikan terhadap hasil buangan limbah cair.
- b. Meningkatnya jumlah penduduk, mengakibatkan semakin besar yang membuang limbah cair dari kegiatan rumah tangga langsung ke badan air.
- c. Pembuangan sampah di bantaran sungai.
- d. Erosi tanah di bantaran sungai dan sedimentasi sungai.
- e. Kurangnya kesadaran masyarakat terhadap sanitasi lingkungan.

---

<sup>16</sup> Hefni Effendi, *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya Dan Lingkungan Perairan* (Yogyakarta: Kanisius, 2003), 12.

<sup>17</sup> Pemerintah Kota Bandar Lampung Provinsi Lampung, 'Status Lingkungan Hidup Daerah', 2001, 297.

Menurunnya daya dukung lingkungan untuk menjaga daerah sekitar perairan akan berakibat kualitas air menurun dan menyebabkan terjadinya pencemaran air.

### C. Pencemaran Air Sungai

Pencemaran merupakan salah satu permasalahan lingkungan di Indonesia yang menjadi problem utama saat ini, salah satu pencemaran yang sangat serius yaitu pencemaran air sungai. Pencemaran air menjadi problem yang benar-benar serius karena mengingat kehidupan makhluk hidup di bumi ini membutuhkan air sebagai kebutuhan dasar.

Pencemaran air merupakan suatu keadaan dimana air yang berada di suatu penampungan air seperti sungai telah mengalami penyimpangan dari keadaan normal yang mengakibatkan kualitas air menurun hingga tingkat tertentu dan mengakibatkan air tidak bisa dipergunakan sebagaimana yang diperuntukannya secara normal<sup>18</sup>. Dalam surat Keputusan Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup Nomor: KEP-02/MENKLH/I/1988 tentang baku mutu lingkungan dalam pasal 2 menurut kegunaan atau peruntukannya sumber air digolongkan menjadi<sup>19</sup>:

1. Golongan A; yaitu golongan air yang tanpa adanya pengolahan terlebih dahulu.
2. Golongan B; yaitu golongan yang diperuntukkan untuk diolah sebagai air minum dan sebagai kebutuhan rumah tangga.

---

<sup>18</sup> Kristanto, *Ekologi Industri* (Bandung: Djambatan, 2000), h. 73.

<sup>19</sup> Rukaesih Achmad, *Kimia Lingkungan* (Yogyakarta: ANDI OFFSET, 2004), h. 93.

3. Golongan C; yaitu golongan yang diperuntukkan untuk keperluan pemeliharaan ternak dan ikan.
4. Golongan D; yaitu golongan air yang diperuntukkan sebagai kebutuhan pertanian, industri, usaha perkotaan, dan listrik negara.

Air sungai dikategorikan mengalami pencemaran jika badan sungai sudah tidak lagi sesuai dengan peruntukannya dan tidak bisa lagi mendukung kehidupan biota yang ada didalamnya. Sungai menjadi tempat yang sering terjadi pencemaran karena banyaknya kegiatan manusia yang sebenarnya bertujuan untuk meningkatkan kualitas hidup seringkali menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan seperti kegiatan industri, irigasi pertanian, sumber air minum, perikanan, dan MCK dapat mengakibatkan terjadinya penurunan kualitas air karena berbagai macam limbah dari kegiatan manusia tersebut masuk ke badan perairan.

Terdapat dua jenis bahan pencemar yang dapat masuk kedalam air, jenis pertama yaitu jenis bahan pencemar yang dapat diuraikan oleh hewan air seperti mikroorganisme dan jenis bahan yang kedua tidak dapat diuraikan sehingga dapat menimbulkan dampak yang berbahaya bagi perairan tersebut. Berdasarkan bentuknya bahan pencemar dapat dikelompokkan sebagai berikut<sup>20</sup>:

1. Bahan buangan padat

Jenis buangan padat terbagi menjadi tiga kelompok yaitu jenis buangan melarut, tidak dapat larut, dan dapat membentuk koloid. Jenis buangan

---

<sup>20</sup> Manihar Situmorang, *Kimia Lingkungan* (Depok: Raja Grafindo Persada, 2017), 63.



melarut dapat menyebabkan konsentrasi bahan pencemar semakin tinggi. Jenis buangan tidak dapat larut menyebabkan pendangkalan sungai dan jenis buangan dapat membentuk koloid dapat menyebabkan proses fotosintesis air menjadi terganggu dikarenakan jenis buangan ini dapat membuat air menjadi keruh.

## 2. Bahan buangan organik

Bahan buangan organik merupakan bahan yang dapat didegradasi oleh mikroorganisme, namun jika jumlah buangan mikroorganisme terlalu banyak dapat mengakibatkan jumlah dan aktivitas mikroorganisme meningkat dan dapat dikhawatirkan air akan terkontaminasi oleh bakteri patogen yang berbahaya jika dikonsumsi manusia.

## 3. Bahan buangan anorganik

Bahan buangan anorganik ini dapat merusak ekosistem air karena biasanya berasal dari limbah industri berupa logam.

## 4. Bahan buangan cair berminyak

Bahan pencemar ini dapat berdampak buruk bagi hewan air yang ada di perairan, selain itu bahan buangan ini dapat menghalangi masuknya oksigen dan mengganggu proses fotosintesis dalam air karena lapisan minyak dipermukaan sungai akan menghalangi cahaya matahari masuk ke dalam sungai.

Menurunnya daya dukung lingkungan untuk menjaga daerah sekitar perairan menyebabkan kualitas air menurun, salah satu faktor yang mendukung terjadinya pencemaran sungai yaitu pemukiman penduduk di

bantaran sungai. Warga yang bermukim di bantaran sungai biasanya memiliki kebiasaan buruk yakni membuang limbah apa saja yang tidak bermanfaat ke dalam sungai, sehingga sungai menjadi penuh dengan sampah dan limbah.

Pengolahan limbah disetiap aliran sungai harus ditangani secara terintegrasi, terpadu, dan menyeluruh mulai dari hulu hingga hilir. Pengelolaan limbah di bagian hulu sungai menjadi bagian yang penting karena air sungai mengalir dari hulu sungai ke tengah sungai hingga ke hilir sungai. Dengan demikian limbah di bagian hulu sungai jika tidak diolah dengan tepat akan mempengaruhi kualitas air di bagian tengah dan hilir sungai. Jika seluruh aliran sungai mengalami pencemaran maka akan mengganggu ekosistem akuatik dan menyebabkan kelimpahan spesies akuatik yang rentan terhadap bahan pencemar akan mengalami penurunan bahkan hilang/punah.

#### **D. Indikator Biologi**

Kualitas air sungai yang menurun akibat dari pencemaran air dapat diketahui menggunakan indikator. Salah satu indikator yang dapat digunakan untuk mengetahui pencemaran air yaitu indikator biologi. Indikator biologi yaitu untuk menentukan kualitas air secara biologis menggunakan hewan-hewan air sebagai petunjuk. Hewan air yang dapat digunakan untuk melakukan penelitian kualitas air yaitu plankton, bentos, dan nekton.

Penggunaan hewan bentos paling sering digunakan sebagai indikator biologi karena hewan ini mempunyai mobilitas terbatas, mudah diidentifikasi karena ukuran tubuh relatif besar, hidupnya di dasar perairan dan relatif diam sehingga secara terus menerus terdedah (*exposed*) oleh air sekitarnya, pendedahan yang terjadi secara terus menerus mengakibatkan komposisi dan kelimpahannya akan dipengaruhi oleh perubahan-perubahan kualitas air tempat hidupnya<sup>21</sup>.

### 1. Makrobentos

Makrobentos merupakan organisme dasar perairan yang hidupnya relatif menetap (*sesile*), merayap atau menggali lubang. Berdasarkan letak hidupnya makrobentos dibagi 2 kelompok yaitu *epifauna* dan *infauna*. *Epifauna* yakni kelompok makrobentos yang hidupnya di permukaan sedimen. *Infauna* yakni kelompok makrobentos yang hidup dengan membenamkan tubuhnya di dalam sedimen atau membuat lubang. Kehadiran makrobentos sangat penting sebagai kunci dalam sistem jaringan makanan pada ekosistem perairan, selain itu juga dapat berperan dalam memperbaiki bentuk sedimen dengan cara menggali lubang, mengebor, ekskresi dan lainnya<sup>22</sup>.

Berdasarkan ukuran tubuhnya bentos di kelompokkan menjadi 3 ukuran (mikrobentos, mesobentos, dan makrobentos). Mikrobentos yaitu

---

<sup>21</sup> Razky Yatul Sidik, Irma Dewiyanti, and Chitra Octavina, 'Struktur Komunitas Makrozoobentos Dibeberapa Muara Sungai Kecamatan Susoh Kabupaten Aceh Barat Daya', *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan Dan Perikanan Unsyiah*, 1.2 (2016), 288.

<sup>22</sup> Yulia Ulfah, Widianingsih, and Muhammad Zainuri, 'Struktur Komunitas Makrozoobenthos Di Perairan Wilayah Morosari Desa Bedono Kecamatan Sayung Demak', *Journal Of Marine Research*, 1.2 (2012), 189.

kelompok bentos yang memiliki ukuran  $\leq 0,1$  mm, hewan yang termasuk kedalamnya adalah protozoa khususnya *Ciliate*. Mesobentos yaitu kelompok bentos yang memiliki kisaran tubuh antara 0,1 mm – 1 mm, hewan yang termasuk kelompok ini meliputi *Mollusca*, cacing dan *crustacea* dengan kisaran ukuran tersebut. Makrobentos merupakan kelompok hewan yang berukuran diameter tubuh lebih besar dari 1 mm, kelompok hewan ini merupakan hewan bentos yang terbesar<sup>23</sup>. Berdasarkan cara makannya makrobentos dibedakan menjadi 2 kelompok yaitu kelompok *Filter Feeder* dan *Deposit Feeder*. Jenis bentos yang termasuk kelompok *Filter Feeder* yaitu jenis yang mengambil makanan dengan cara menyaring air. Contoh hewan air yang cara makan *Filter Feeder* adalah kerang. Kelompok *Deposit Feeder* yakni jenis bentos yang mengambil makanan dengan teknik masuk langsung kedalam sedimen yang mengandung bahan organik yang tinggi. Contoh hewan yang makan dengan cara *Deposit Feeder* adalah siput<sup>24</sup>.

Dikenal dua pola daur hidup pada setiap organisme yang hidup dihabitat manapun. Tipe daur hidup yang pertama yaitu tipe organisme *oportunistik* dan yang kedua yaitu tipe organisme *ekuilibrium*. Organisme *oportunistik* yaitu organisme yang memiliki ciri masa hidup yang relatif pendek dan berkembangbiakan yang cepat, terdapat banyak siklus reproduksi pertahun dan angka kematiannya tinggi, biasanya hewan tipe

---

<sup>23</sup> Melati Fernita Fachrul, *Metode Sampling Bioekologi* (Jakarta: Bumi Aksara, 2007), h. 101.

<sup>24</sup> Lia Hikmatul Maulana, 'Keanekaragaman Makrozoobentos Sebagai Bioindikator Kualitas Air Sungai Cokro Malang', (Skripsi Biologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang, 2018), 17.

ini berukuran kecil dan hidupnya relatif menetap atau sesile, organisme oportunistik yaitu organisme yang keberadaan dan kelimpahannya berhubungan dengan adanya perubahan lingkungan, sedangkan organisme *ekuilibrium* yaitu organisme yang memiliki ciri siklus hidup yang panjang dan perkembangan untuk mencapai dewasanya relatif lama dengan periode reproduksi satu atau lebih pertahun dan angka kematiannya rendah. Hewan dengan tipe *ekuilibrium* biasanya berukuran besar dan aktif bergerak<sup>25</sup>.

Spesies *oportunistik* cenderung berada di substrat yang mengalami gangguan oleh kehadiran bahan-bahan tertentu dan untuk spesies *ekuilibrium* cenderung mendiami daerah yang tidak banyak gangguan sehingga spesies yang hidup di daerah tersebut dapat menuntaskan siklus hidupnya. Terlalu banyak gangguan di lingkungan hidupnya dapat memusnahkan spesies tipe *ekuilibrium* sebelum mereka menjadi dewasa dan menghasilkan larva yang dapat menetap di daerah tersebut.

Kehidupan makrobentos sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor lingkungan sekitarnya seperti faktor fisik, faktor biologi dan faktor kimia. Faktor fisik dapat berupa kondisi sedimen, suhu, kedalaman dan salinitas. Faktor biologi seperti kompetensi dan predasi antar organisme. Faktor kimia seperti konsentrasi polutan di perairan dan sedimen. Makrobentos akan merespon setiap perubahan yang terjadi pada lingkungan hidupnya dengan demikian akan berakibat pada perubahan struktur makrobentos seperti kelimpahan, keanekaragaman dan biomassa. Adanya perubahan

---

<sup>25</sup> Nina Wulansari, 'Konektivitas Komunitas Makrozoobentos Antara Habitat Mangrove , Lamun Dan Terumbu Karang Di Pulau Pramuka , Kepulauan Seribu , Provinsi Dki Jakarta', Skripsi Institut Pertanian Bogor, Bogor, 2012, 19.



tersebut dapat dijadikan sebagai bioindikator untuk berperan dalam menentukan tingkat pencemaran perairan<sup>26</sup>.

Makrobentos berdasarkan daya toleransinya dikelompokkan menjadi 3 jenis sebagai berikut<sup>27</sup>:

1. Jenis Intoleran

Bentos jenis ini mempunyai toleransi yang rendah terhadap bahan pencemar yang masuk ke perairan, sehingga jenis bentos ini hidupnya hanya dapat hidup di perairan yang tidak tercemar sampai tercemar ringan.

2. Jenis Toleran

Bentos jenis ini mempunyai daya toleransi tinggi sehingga mampu hidup di dalam perairan yang tercemar dan mampu berkembangbiak di perairan yang sudah tercemar berat.

3. Jenis Fakultatif

Bentos jenis ini dapat bertahan hidup di wilayah perairan yang belum tercemar, tercemar sedang hingga tercemar berat.

---

<sup>26</sup> *Ibid.*

<sup>27</sup> Melati Fernita Fachrul, *Metode Sampling Bioekologi* (Jakarta: Bumi Aksara, 2007), h. 102.

Tabel 2.1 Makrobentos sebagai indikator untuk menilai kualitas air<sup>28</sup>

1. Intoleran	1. Ordo Ephemeroptera 2. Ordo Plecoptera 3. Ordo Tricoptera
2. Fakultatif	1. Ordo Coleoptera 2. Ordo Odonata 3. Ordo Amphipoda 4. Famili Tipulidae 5. Famili Rhagionidae 6. Kelas Pelecypoda
3. Toleran	1. Famili Simuliidae 2. Famili Chironomidae 3. Famili Tanyponidae 4. Kelas Hirudinae 5. Kelas Gastropoda 6. Kelas Oligochaeta 7. Kelas Turbellaria

Berdasarkan sifat-sifat makrobentos yang sangat peka terhadap perubahan lingkungan dan memiliki keragaman yang tinggi maka makrobentos layak dijadikan biomonitoring.

## 2. Komposisi Makrobentos

Makrobentos yang hidup diperairan tawar pada umumnya terdiri dari *Mollusca*, *Oligochaeta*, *Crustacea*, dan *Insecta*.

### a. *Mollusca*

*Mollusca* berasal dari bahasa latin *mollis* atau *molluscus* yang berarti lunak. *Mollusca* selain bertubuh lunak memiliki bentuk tubuh dan corak warna yang sangat beragam. Tubuhnya tripoblastik, simetri bilateral, biasanya mempunyai mantel yang bisa menghasilkan bahan cangkok

<sup>28</sup> Teguh Santoso, "Keanekaragaman Makrobentos Sebagai Indikator Biologi Kualitas Air Di Sungai Ay Belau Bandar Lampung" (Skripsi Program Pendidikan Biologi Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung, Lampung, 2017), 37.

berupa  $\text{CaCO}_3$ . Cangkok berfungsi sebagai rumah yang terbuat dari zat kapur.<sup>29</sup>

Permukaan tubuh *Mollusca* diselimuti lendir yang berguna untuk pelindung dari kekeringan. Alat gerak berupa kaki yang telah mengalami modifikasi menjadi berbagai bentuk dan fungsi ada yang dipergunakan untuk merayap, melekat, mengebor dan berenang<sup>30</sup>.

### 1. Kelas *Gastropoda*

*Gastropoda* berasal dari dua kata yaitu *L.Gaster* yang berarti perut dan *podos* yang berarti kaki. Hewan ini merupakan kelas dari filum *Molusca* yang berjalan dengan perutnya. Sebagian besar kelas *gastropoda* mempunyai cangkang tunggal yang terpilin namun ada juga yang tidak bercangkang, sehingga kerap di sebut siput telanjang. Bentuk tubuh hewan ini mengikuti bentuk cangkang. Alat gerak berupa kaki yang mana jika kaki sedang aktif digunakan permukaan kaki membentuk gelombang dengan amplitudo rendah hal ini disebabkan karena adanya aktivitas otot-otot dalam dindingnya.<sup>31</sup>



Gambar 2.1 *Gastropoda*

Sumber: [https://id.wikipedia.org/wiki/Tutut\\_jawa](https://id.wikipedia.org/wiki/Tutut_jawa)

---

<sup>29</sup> *Ibid*, h.86.

<sup>30</sup> Sundowo Harminto, *Taksonomi Avertebrata* (Tangerang Selatan: Universitas Terbuka, 2017), h. 4.3.

<sup>31</sup> Adun Rusyana, *Zoologi Invertebrata* (Bandung: Alfabeta, 2014), 90.

## 2. Kelas *Bivalvia*

Nama *Bivalvia* berarti dua cangkang dan merupakan kelas dalam *Mollusca* seperti remis dan tiram. Pada kelas *Bivalvia* memiliki cangkang yang terdiri dari dua bagian yang disatukan oleh sendi yang disebut *hinge*<sup>32</sup>. Kaki *bivalvia* berbentuk pipih yang digunakan untuk merayap di sedimen berlumpur dan berpasir yaitu dengan cara menjulurkan dan menarik kembali kaki kedalam. Pergerakan kaki yang menjulur diatur oleh otot protractor anterior serta kombinasi tekanan darah dan untuk pergerakan menarik kaki kedalam cangkang dilakukan oleh sepasang otot retraktor anterior dan posterior.<sup>33</sup>



Gambar 2.2. *Bivalvia*

Sumber: <https://id.wikipedia.org/wiki/Kijing>

### b. *Oligochaeta*

*Oligochaeta* merupakan jenis cacing yang memiliki sedikit setae (berambut pendek), tidak memiliki parapodia, namun memiliki seta pada tubuhnya yang bersegmen. Tubuhnya silindris memanjang dilengkapi otot memanjang maupun melingkar. Bentuk kepala kerucut kecil tanpa tentakel, prostomium kecil, tanpa batil isap dan tanpa mata. Hidupnya

---

<sup>32</sup> *Ibid*, h.10.

<sup>33</sup> Sugiarto Suwigyo, *Avertebrata Air* (Jakarta: Swadaya, 2005), h. 149.

terestial didalam tanah lembab yang tidak terlalu asam tetapi mengandung banyak materi organik. Merupakan hewan yang bersifat nokturnal, pada siang hari bersembunyi didalam liang yang kadangkala mencapai kedalaman 2 m. *Oligochaeta* bersifat saprofit dengan memakan materi organik dari sisa organisme mati terutama tumbuhan. Reproduksi bersifat hermaprodit dimana mempunyai dua pasang atau lebih testis dan ovarium.<sup>34</sup>



Gambar 2.3 *Tubifex sp*  
Sumber: <https://www.dunia-perairan.com>

#### c. Crustacea

*Crustacea* merupakan kelas dari *Arthropoda*. Tubuhnya terbagi menjadi kepala, dada, dan perut meskipun antara bagian kepala serta bagian dada terlihat menyatu membentuk cephalothorax. Kepala terdiri atas 4 segmen dengan 2 pasang antenna, 1 pasang mandibula dan 2 pasang maksila, memiliki 5 pasang kaki yang terletak di thorax dan dibagian abdomen terdapat 5 pasang swimmeret yang berperan dalam sirkulasi air, memiliki alat pernapasan berupa insang dengan sistem peredaran darah terbuka<sup>35</sup>.

---

<sup>34</sup> Sundowo Harminto, *Taksonomi Avertebrata* (Tangerang selatan: Universitas Terbuka, 2017), h. 4.66.

<sup>35</sup> Adun Rusyana, *Zoologi Invertebrata* (Bandung: Alfabeta, 2014), 142.



*Crustacea* dibagi menjadi 5 sub kelas yaitu sebagai berikut:<sup>36</sup>

1. *Branchiopoda*, hidupnya di perairan tawar dan memiliki tubuh berukuran sangat kecil dan semitransparan. Contoh spesiesnya *Eubranchipus vernalis*, *Daphnia sp.*
2. *Ostracoda*, hidupnya dijumpai di perairan tawar dengan ukuran tubuh 1 mm, bergerak menggunakan dua pasang antenna. Contoh spesies dari sub kelas *Ostracoda* adalah *Eucypris virens*
3. *Copepoda*, habitat di perairan tawar dan lautan, tubuhnya dapat dibedakan atas kepala, dada, perut, mempunyai 6 pasang embelan serta panjang tubuh 1,5 – 5 mm. Contoh spesies dari sub kelas *Copepoda* adalah *Cyclops viridis*.
4. *Cirripedia*, hidupnya melekat pada jenis substrat seperti batu, kayu dan karang, umumnya bersifat hermaphrodit. Tubuhnya ditutupi oleh cangkang dari kapur. Contoh spesies dari sub kelas *Cirripedia* adalah *Lepas fascicularis*
5. *Malacostraca*, mempunyai ukuran tubuh yang besar terdiri dari empat segmen dibagian *chepalus*, delapan segmen dibagian *thorax* dan enam segmen dibagian *abdomen*. Contoh spesies dari subkelas *Malacostoraca* adalah *Cambarus bartoni*.

d. *Insecta*

Kelas *insecta* termasuk filum *Arthropoda* dan merupakan avertebrata yang memiliki sayap, tubuhnya bersegmen terbagi atas: *Chepalus*, *Thorax*,

---

<sup>36</sup> *Ibid*, h.148.

dan *Abdomen*. Hidupnya hampir disemua tempat baik di darat maupun di air<sup>37</sup>. Dalam perkembangannya insecta mengalami metamorfosis dari fase larva, fase pupa, fase imago dan fase dewasa. Pada fase muda dari proses metamorfosisnya beberapa insecta dapat hidup di air tawar kemudian setelah dewasa akan pindah ke habitat baru. Larva *insecta* air bernafas dengan insang trakea kemudian ketika dewasa alat pernapasannya berubah menjadi trakea.<sup>38</sup>

Beberapa macam insecta air sebagai berikut:<sup>39</sup>

#### 1. Ordo *Coleoptera*

Pada ordo ini habitatnya di perairan dari fase larva hingga dewasa namun pada tahap pembentukan pupa berpindah ke daratan kemudian kembali lagi ke perairan hingga berubah menjadi dewasa penuh.

#### 2. Ordo *Tricoptera*

Pada ordo jenis ini habitatnya di perairan dan didaratan. Dimana pada fase larva hingga pupa habitatnya di perairan kemudian pada saat dewasa habitatnya didaratan.

#### 3. Ordo *Plecoptera*

Pada fase larva jenis ordo ini hidupnya di perairan kemudian setelah menjadi hewan dewasa berpindah ke daratan, hewan ini termasuk jenis insectisida hemimetabola.

---

<sup>37</sup> *Ibid*, h. 152.

<sup>38</sup> Mukayat Djarubito Brotowidjoyo, *Zoologi Dasar* (Jakarta: Erlangga, 1989), 112.

<sup>39</sup> Edwi Mahajoeno, Manan Efendi, and Ardiansyah, 'Keanekaragaman Larva Insekta Pada Sungai-Sungai Kecil Di Hutan Jobolarangan', *Jurnal Biodiversity*, 2 (2001), 137

#### 4. Ordo *Ephemeroptera*

Pada ordo ini habitatnya di perairan pada fase nimfa sedangkan pada tahap dewasa habitatnya di permukaan kolam atau aliran air serta di udara.


#### 5. Ordo *Odonata*

Ordo ini pada tahap larva hidup di air dan pada tahap dewasa terbang dan lebih aktif dari kebanyakan insecta air lainnya.

### E. Indikator kualitas Air

#### 1. Kualitas Air Berdasarkan Indikator Fisika

##### a. Suhu



Suhu air mempunyai pengaruh yang sangat besar terhadap kehidupan hewan akuatik terutama dalam proses metabolisme. Perubahan suhu dapat mengakibatkan hewan akuatik dapat menyebabkan kebutuhan oksigen yang dibutuhkan hewan akuatik menjadi meningkat sehingga disisi lain proses ini dapat menurunkan kadar oksigen terlarut dalam air. Peningkatan suhu di perairan disebabkan oleh perbedaan waktu, sirkulasi udara, lintang, kedalaman air, ketinggian dari permukaan laut, serta sirkulasi udara. Suhu yang baik bagi pertumbuhan biota akuatik yaitu kisaran 25°C sampai 36°C<sup>40</sup>.

##### b. Kedalaman

Kedalaman sungai berpengaruh terhadap kualitas air. Perairan yang lebar dan dangkal mempunyai kecenderungan lebih besar

---

<sup>40</sup> Dafrudin Salim, Yuliyanto, and Baharuddin, 'Karakteristik Parameter Oseanografi Fisika Kimia Perairan Pulau Kerumpunan Kota Baru Kalimantan Selatan', *Jurnal Enggano*, 2.2 (2017), 221.

keanekaragamannya dibandingkan dengan perairan yang dalam. Hal ini dikarenakan perairan yang memiliki kedalaman yang dangkal akan mendapatkan intensitas cahaya matahari yang lebih banyak untuk mendukung proses fotosintesis sehingga produktivitas primer perairan tinggi<sup>41</sup>.

### **c. Kecerahan Air**

Tingkat kecerahan perairan dipengaruhi oleh warna dan kekeruhan. Kecerahan air dapat memberikan petunjuk sejauh mana cahaya matahari dapat menembus di dalam air. Cahaya matahari yang menembus masuk ke air berperan penting bagi organisme yang membutuhkan oksigen dari hasil fotosintesis air untuk merombak bahan buangan yang masuk ke air. Kecerahan suatu perairan dapat diketahui secara visual dengan menggunakan alat *secchi disk*.<sup>42</sup>

### **d. Warna dan Kekeruhan Air**

Warna dalam suatu perairan terbagi menjadi 2 macam, yaitu warna sejati yang berasal dari zat-zat terlarut dan warna semu yang berasal dari partikel-partikel terlarut penyebab kekeruhan seperti tanah dan pasir. Kekeruhan suatu perairan disebabkan adanya zat yang dapat larut dan tidak dapat larut atau partikel berukuran kasar ataupun halus dalam

---

<sup>41</sup> Vivin Lesandra Mulia, Sri Ngabekti, 'Keanekaragaman Spesies Makrozoobentos Sebagai Indikator Kualitas Sungai Kreo Sehubungan Dengan Keberadaan TPA Jatibarang', Vol.4 No.2 (2015), h. 77.

<sup>42</sup> Halida Nuriya, Zainul Hidayah, and Achmad Fachruddin Syah, 'Analisis Parameter Fisika Kimia Di Perairan Sumenep Bagian Timur Dengan Menggunakan Citra Lands Tm 5'', *Jurnal Kelautan*, 3.2 (2010), 133.

air yang menyebabkan air terlihat keruh. Kondisi air yang keruh dapat menghambat cahaya matahari masuk ke dalam air.<sup>43</sup>

## 2. Kualitas Air Berdasarkan Indikator Kimia

### a. pH (Derajat Keasaman)

pH merupakan parameter kimia organik sebagai penanda besarnya ukuran tingkat air bersifat asam atau basa yang ditunjukkan dengan kertas indikator atau kertas lakmus. Besarnya derajat keasaman atau pH dinyatakan dalam skala 0-14 dengan kisaran pH 7 maka perairan disebut netral atau airnya bersifat murni.  $\text{pH} < 7$  pada perairan menandakan air tersebut bersifat asam, sedangkan  $\text{pH} > 7$  menandakan air bersifat basa. Kisaran pH yang disukai oleh biota akuatik yaitu kisaran pH 7-8,5 dan sedangkan keanekaragaman biota akuatik akan mengalami penurunan jika kisaran pH di perairan 0,6 – 6,5<sup>44</sup>.

### b. DO (*Dissolved Oxygen*)

*Dissolved Oxygen* merupakan jumlah oksigen yang terlarut dalam suatu perairan. Semua jasad hidup membutuhkan oksigen seperti hewan-hewan akuatik untuk pernapasan dan proses metabolisme. Sumber utama oksigen dalam perairan berasal dari aktifitas difusi dari

---

<sup>43</sup> Philip kristanto, *Ekologi Industri* (Bandung: Djambatan, 2000), h. 80.

<sup>44</sup> Ittok Rochmad Choirudin, Mustofa Niti Supardjo, and Max Rudolf Muskananfolo, 'Studi Hubungan Kandungan Bahan Organik Sedimen Dengan Kelimpahan Makrozoobentos Di Muara Sungai Wedung Kabupaten Demak', *Diponegoro Journal Of Maquares*, 3.3 (2014), 174.



udara bebas dan hasil fotosintesis tanaman air yang hidup dalam perairan tersebut.<sup>45</sup>

Konsentrasi oksigen terlarut dalam perairan jika terlalu rendah dapat mengganggu proses penguraian bahan pencemar oleh mikroorganisme dalam proses respirasi aerob. Oksigen terlarut dalam perairan jika terlalu tinggi akan menyebabkan proses korosi yang semakin cepat karena oksigen akan mengikat hidrogen yang melapisi permukaan logam.<sup>46</sup> Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang baku mutu air batas minimum DO dalam air yaitu 3 mg/l.

### c. BOD (*Biological Oxygen Demand*)

BOD yaitu jumlah banyaknya oksigen terlarut dalam air yang digunakan organisme untuk mendekomposisikan bahan organik yang mudah terurai di dalam perairan<sup>47</sup>. Pemeriksaan BOD pada dasarnya untuk memastikan banyaknya beban pencemaran air akibat limbah buangan. Adanya bahan pencemar akan menyebabkan kandungan oksigen di dalam air menjadi turun dan populasi mikroorganisme meningkat di wilayah penguraian. Apabila bahan pencemar telah diuraikan akan terbentuk zona terminate dan akan menjadi zona perbaikan. Pada tahap perbaikan tingkat populasi organisme sebagai dekomposer bahan pencemar menurun dan *dissolved oxygen* akan

---

<sup>45</sup> Putri Ade, Rahma Yulis, and Asyti Febliza, 'Analisis Kadar DO, BOD, Dan COD Air Sungai Kuantan Terdampak Penambangan Emas Tanpa Izin', *Jurnal Bioterdidik*, 6.3 (2018), 3.

<sup>46</sup> Philip kristanto, *Ekologi Industri* (Bandung: Djambatan, 2000), h. 78.

<sup>47</sup> Putri Ade, Rahma Yulis, and Asyti Febliza, 'Analisis Kadar DO , BOD , Dan COD Air Sungai Kuantan Terdampak Penambangan Emas Tanpa Izin', *Jurnal Bioterdidik*, 6.3 (2018), 4.

meningkat sehingga kondisi air akan normal.<sup>48</sup> Berdasarkan Standar Baku Mutu air menurut Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 konsentrasi minimum BOD dalam perairan yaitu 12 mg/l.

#### **d. COD (*Chemical Oxygen Demand*)**

COD (*Chemical Oxygen Demand*) adalah pengukuran yang digunakan untuk melihat jumlah total oksigen yang diperlukan untuk mengoksidasi bahan buangan organik secara kimiawi dengan menggunakan kalium bikromat yang di panaskan dengan asam sulfat pekat<sup>49</sup>. Dalam pengukuran COD sengaja menguraikannya secara kimiawi karena penguraian secara kimiawi menggunakan kalium bikromat dapat mengetahui segala jenis bahan organik baik yang mudah urai, kompleks maupun sulit urai sehingga nilai COD yang didapat akan jauh lebih tinggi dari nilai BOD yang hanya mengetahui bahan organik yang mudah urai. Selisih nilai antara COD dan BOD akan menggambarkan seberapa banyak bahan organik yang sulit urai di dalam air.<sup>50</sup> Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 Standar Baku Mutu air untuk kadar *Chemical Oxygen Demand* dalam air yaitu 100 mg/l.

#### **F. Profil Sungai Pulo**

Sungai pulo merupakan sungai yang berlokasi di Kecamatan Kedamaian Bandar Lampung, luas badan sungai ini mencapai kisaran 4-5

---

<sup>48</sup> Rukaesih Ahmad, *Kimia Lingkungan* (Jakarta: Bumi Aksara, 2004), 109.

<sup>49</sup> Rukaesih Achmad, 37.

<sup>50</sup> Putri Ade, Rahma Yulis, dan Asyti Feblisa, Putri Ade, Rahma Yulis, and Asyti Febliza, 'Analisis Kadar DO , BOD , Dan COD Air Sungai Kuantan Terdampak Penambangan Emas Tanpa Izin', *Jurnal Bioterdidik*, 6.3 (2018), 7 .

meter, sungai memiliki arus tenang dan terdapat banyak tumpukan sampah di badan sungai, sepanjang daerah aliran sungai di kelilingi oleh pemukiman warga, karena rumah warga yang tepat di bantaran Sungai Pulo warga memanfaatkan sungai untuk tempat pembuangan sampah seperti sampah plastik yang notabennya sulit untuk didaur ulang bahkan warga juga membuang limbah air sabun, sampo, dan detergen yang pada dasarnya mengandung bahan kimia di buang ke aliran sungai, hal ini yang menyebabkan kondisi air sungai Pulo sudah tidak dapat digunakan sebagaimana diperuntukkannya.

#### **G. Kerangka Pikir**

Air merupakan senyawa yang sangat penting untuk keberlangsungan hidup manusia dan makhluk lainnya. Sungai sering digunakan untuk keperluan manusia seperti sumber air minum, mandi, mencuci, sumber irigasi, keperluan peternakan, perikanan, industri. Adanya aktivitas-aktivitas manusia inilah yang menyebabkan sungai rentan terhadap pencemaran.

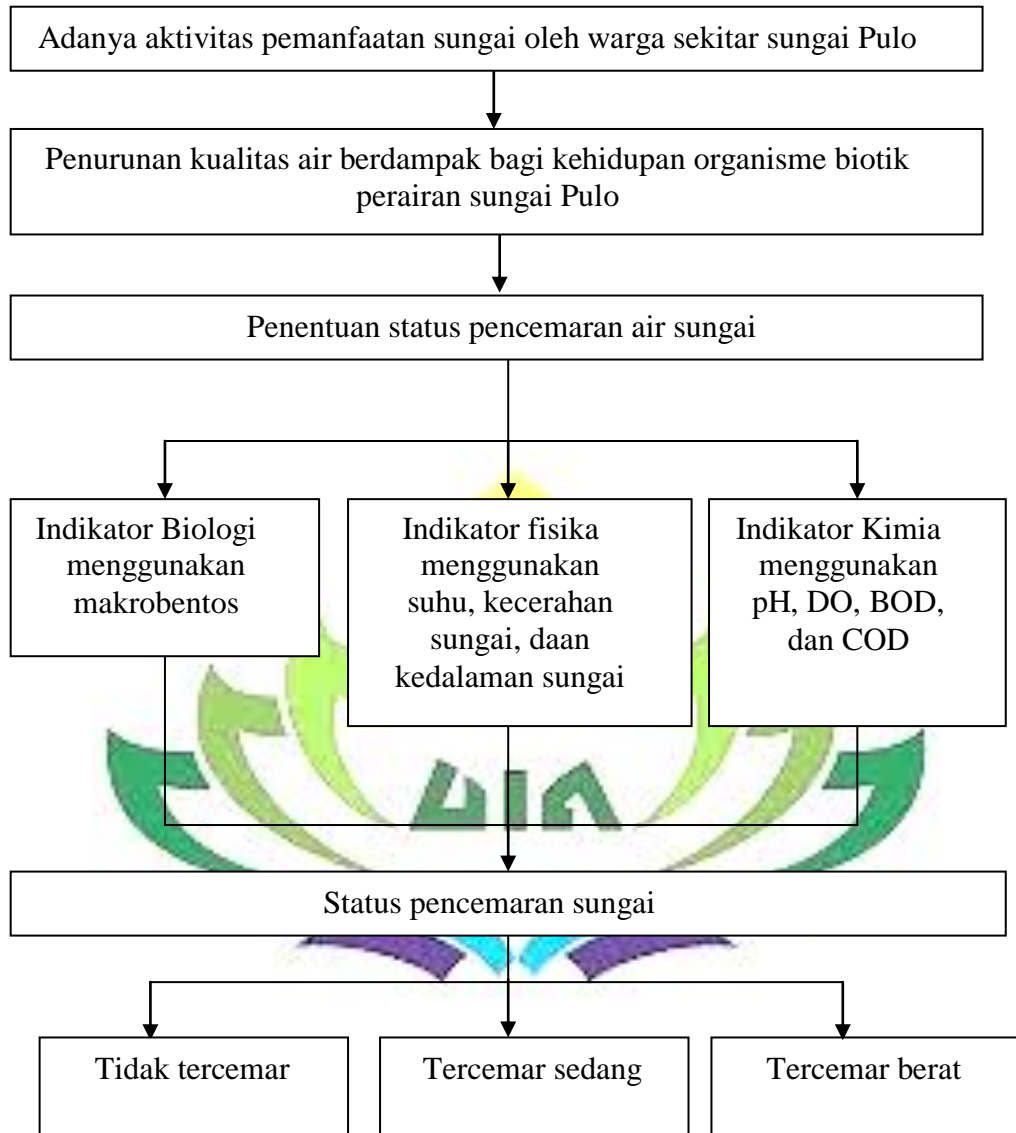
Sungai Pulo yang berada di kecamatan Kedamaian ini merupakan salah satu sungai yang dimanfaatkan masyarakat sekitar yang tinggal di bantaran sungai untuk membuang sampah plastik yang sulit terurai bahkan limbah domestik seperti limbah air sabun, detergen, dan limbah sampo yang memiliki kandungan kimia berbahaya bagi kehidupan biota akuatik, selain itu air sungai yang terkontaminasi limbah dapat menyebabkan penurunan kualitas air.

Air sungai yang telah tercemar dapat diketahui dengan menggunakan indikator fisika, kimia dan biologi. Indikator fisika dapat digunakan dengan pengukuran kedalaman, suhu, kecerahan air. Indikator kimia dapat dilakukan dengan pengukuran pH, DO (*Dissolved Oxygen*), BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) dan COD (*Chemical Oxygen Demand*). Indikator biologi untuk mengukur kualitas air dapat menggunakan hewan air yang populasinya dipengaruhi oleh kondisi perairan dilingkungannya.

Hewan akuatik yang sering digunakan untuk mengukur kualitas air yaitu makrobentos. Makrobentos merupakan hewan invertebrata yang hidupnya menetap di dasar perairan dengan ukuran tubuh relatif besar dan merupakan hewan yang sangat resisten terhadap perubahan kualitas air, sehingga populasinya akan menurun apabila kualitas air suatu perairan mengalami perubahan.

Berdasarkan uraian kerangka pikir diatas peneliti tertarik untuk mengadakan penelitian tentang Keanekaragaman Makrobentos Sebagai Indikator Biologi Kualitas Air Sungai Pulo Kecamatan Kedamaian Bandar Lampung. Pada penelitian ini pengambilan sampel dilakukan di tiga stasiun berbeda dan disetiap stasiun terdiri dari 3 titik sampling dengan jumlah keseluruhan 9 titik sampling.

## Bagan 2.1 Kerangka Pikir





## DAFTAR PUSTAKA

- A Gerber, *Aquatic Invertebrates of South African Rivers*, Institute For Water Quality Studies, 2002.
- Achmad, Rukaesih, *Kimia lingkungan*, Yogyakarta: Andi Offset, 2004.
- Ade, Putri, Rahma Yulis, and Asyti Febliza, 'Analisis Kadar DO, BOD, Dan COD Air Sungai Kuantan Terdampak Penambangan Emas Tanpa Izin', *Jurnal Bioterdidik*, 6.3, 2018.
- Alfiyana, Vivin, 'Keanekaragaman Zonasi Serta Overlay Persebaran Bentos Di Sungai Keyang, Ponorogo, Jawa Timur', *Jurnal Ilmu Perikanan, Pesisir, Dan Perikanan*, 7.2, 2018.
- Anwar, Chairul, *Hakikat Manusia Dalam Pendidikan: Sebuah Tinjauan Filosofis*, Yogyakarta: Suka-Press, 2014.
- Apriliawati, Mela, 'Bioassessment dan Kualitas Air Daerah Aliran Sungai Legundi Probolinggo Jawa Timur' *Journal Of Marine and Aquatic Sciences*. 3.2, 2017.
- Ari, Rahmadani, and Nurirawati. 'Keanekaragaman Dan Kepadatan Gastropoda Di Perairan Desa Morindo Kecamatan Kambowa Kabupaten Buton Utara', *Jurnal Ilmu Perikanan Dan Sumberdaya*, 2014.
- Departemen Agama RI, *Al-Qur'an Dan Terjemahan*, Bandung: JABAL, 2014.
- Departemen Of Environmental Protection, WV *Save Our Field Guid to Aquatic Invertebrates*.
- Djarubito Brotowidjoyo, Mukayat, *Zoologi Dasar*, Jakarta: Erlangga, 1989.
- Djumanto, Namasta Probusuma, and Rudy Ifriansyah, 'Indek Biotik Famili Sebagai Indikator Kualitas Air Sungai Gajahwong Yogyakarta', *Jurnal Perikanan*, XV.1, 2013.
- Effendi, Hefni, *Telaah Kualitas Air, Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*, Yogyakarta: Kanisius, 2003.
- Faminella, dan Flynn, *The Albama Watershed Demonstration Project: Biotic Indicators of Water Quality* (Alabama: Auburn University, 1999), dikutip oleh Teguh Susanto, Ari, Rahmadani, and Nurirawati. 'Skripsi: Keanekaragaman Makrobentos Sebagai Indikator Biologi Kualitas Air

di Sungai Way Belau Bandar Lampung' (Lampung: UIN Raden Intan Lampung), 2017.

Ferianita Fachrul, Melati, *Metode Sampling Bioekologi*, Jakarta: Bumi Aksara, 2007.

Gazali, Achmad, Dwi Suheriyanto, and Romaidi, 'Keanekaragaman Makrozoobentos Sebagai Bioindikator Kualitas Perairan Ranu Pani-Ranu Regulo Di Taman Nasional Bromo Tengger Semeru', 2017.

Harminto, Sundowo, *Taksonomi Avertebrata*, Tangerang Selatan: Universitas Terbuka, 2017.

Herlambang, Arie, Pemanan Air dan Strategi Penanggulangannya, *JAI*, Vol. 2 No. 1, 2006.

Hikmatul Maulana, Lia, 'Keanekaragaman Makrozoobentos Sebagai Bioindikator Kualitas Air Sungai Cokro Malang', (Skripsi Biologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang), 2018.

Irwan, Muhammad, 'Kondisi Fisik Kimia Air Sungai Yang Bermuara Di Teluk Sawaibu Kabupaten Manokwari', *Jurnal Sumberdaya Akuatik Indoplasik*, 1.1, 2017.

Iswanti, Suci and others, 'Distribusi Dan Keanekaragaman Jenis Makrozoobentos Di Sungai Damar Desa Weleri Kabupaten Kendal', *Unnes Journal of Life Science*, 1.2, 2012.

J.A Easton, *Invertebrata Identification Guide*, Florida International University, 2012.

Kristanto, Philip, *Ekologi Industri*, Bandung: Djambatan, 2000.

Kusumaningsari, Sandra Devita, "Kelimpahan Hewan Makrobentos Pada Dua Umur Tanam *Rhizophora sp.* Di Kelurahan Mangunharjo, Semarang", *Diponegoro Journal Of Maquares*, 4.2, 2015.

Lesandra Mulia, Vivin, Sri Ngabekti, 'Keanekaragaman Spesies Makrozoobentos Sebagai Indikator Kualitas Sungai Kreo Sehubungan Dengan Keberadaan TPA Jatibarang', 4.2, 2015.

Lestari, Siska, 'Analisis Tekstur Sedimen dan Bahan Organik Terhadap Kelimpahan Makrozoobenthos di Muara Sungai Jajar, Demak', *Journal Of Maquares*, 7. 4, 2018.

Mahajoeno, Edwi, Manan Efendi, and Ardiansyah, 'Keanekaragaman Larva Insekta Pada Sungai-Sungai Kecil Di Hutan Jobolarangan', *Jurnal Biodiversity*, 2, 2001.

- Nugraini, Dika, Djoko Suprpto, and Pujiono Wahyu Purnomo, 'Karakteristik Fisika Kimia Paerairan Habitat Bivalvia Di Sungai Wiso Jepara', *Diponegoro Journal Of Maquares*, 3.4, 2014.
- Nuha, Ulin, Et.al . 'Eksplorasi Keanekaragaman Makroinvertebrata Akuatik Di Kawasan Coban Trisula Kabupaten Malang', *Universitas Negeri Malang*, 2016.
- Nuriya, Halida, Zainul Hidayah, and Achmad Fachruddin Syah, 'Analisis Parameter Fisika Kimia Di Perairan Sumenep Bagian Timur Dengan Menggunakan Citra Lands Tm 5'', *Jurnal Kelautan*, 3.2, 2010.
- Pemerintah Kota Bandar Lampung, Provinsi Lampung, 'Status Lingkungan Hidup Daerah', 2001.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 tahun 2001 'Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, 2001.
- Purnomo Putro, Sapto, *Metode Sampling Penelitian Makrobenthos dan Aplikasinya*, Yogyakarta: Graha Ilmu, 2014.
- Rahayu, Siti, Radith Mahatma, and Khairijon, 'Kelimpahan Dan Keanekaragaman Makrozoobentos Di Beberapa Sungai Batang Lubuh Kecamatan Rambah Kabupaten Rokan Hulu', *JOM FMIPA*, 2.1, 2015.
- Rochmad Choirudin, Ittok, Mustofa Niti Supardjo, and Max Rudolf Muskananfola, 'Studi Hubungan Kandungan Bahan Organik Sedimen Dengan Kelimpahan Makrozoobentos Di Muara Sungai Wedung Kabupaten Demak', *Diponegoro Journal Of Maquares*, 3.3, 2014.
- Rusyana, Adun, *Zoologi Invertebrata*, Bandung: Alfabeta, 2014.
- Salim, Dafrudin, Yuliyanto, and Baharuddin, 'Karakteristik Parameter Oseanografi Fisika Kimia Perairan Pulau Kerumputan Kota Baru Kalimantan Selatan', *Jurnal Enggano*, 2.2, 2017.
- Situmorang, Manihar, *Kimia Lingkungan*, Depok: Raja Grafindo Persada, 2017.
- Soewarno, *Hidrometri dan Aplikasi Teknosoba Dalam Pengelolaan Sumber Daya Air*, Yogyakarta: Graha Ilmu, 2013.
- Suhandini, Purwadi, 'Perilaku Masyarakat Terhadap Penggunaan Dan Pelestarian Air Di Lingkungannya', *Forum Ilmu Sosial*, 35.1, 2008.
- Suwigyo, Sugiarto, *Avertebrata Air*, Jakarta: Swadaya, 2005.

- Teguh Santoso, "Keanekaragaman Makrobentos Sebagai Indikator Biologi Kualitas Air Di Sungai Ay Belau Bandar Lampung" (Skripsi Program Pendidikan Biologi Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung, Lampung), 2017.
- Tulus Siahaan, Frandy, Hesti Wahyuningsih, and Zulhan Apandy Harahap, 'Analisis Parameter Fisika Kimia Air Di Danau Buatan Perumnas Griya Martubung Kota Medan', *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 2017.
- Ulfah, Yulia, Widianingsih, and Muhammad Zainuri, 'Struktur Komunitas Makrozoobentos Di Perairan Wilayah Morosari Desa Bedono Kecamatan Sayung Demak', *Journal Of Marine Research*, 1.2, 2012.
- Wulan Pawhestri, Suci, Jafron W Hidayat, and Sapto P Putro, 'Assessment of Water Quality Using Macroenthos as Bioindicator and Its Application on Abundance-Biomass Comparison ( ABC ) Curves', *International Journal Of Science and Engineering*, 8.2, 2015.
- Wulansari, Nina, 'Konektivitas Komunitas Makrozoobentos Antara Habitat Mangrove , Lamun Dan Terumbu Karang Di Pulau Pramuka , Kepulauan Seribu , Provinsi Dki Jakarta', Skripsi Institut Pertanian Bogor, Bogor, 2012.
- Yatul Sidik, Razky, Irma Dewiyanti, dan Chitra Octavina, 'Struktur Komunitas Makrozoobentos Dibeberapa Muara Sungai Kecamatan Susoh Kabupaten Aceh Barat Daya', *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan Dan Perikanan Unsyiah*, 1.2, 2016.